

AT-NO: JP02000349070A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000349070 A

TITLE: PLASMA PROCESSING APPARATUS, WINDOW MEMBER FOR  
MONITORING OF PLASMA PROCESSING, AND ELECTRODE PLATE FOR  
PLASMA PROCESSING APPARATUS

PUBN-DATE: December 15, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKAWA, YOSHIHITO	N/A
HAYASHI, DAISUKE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOKYO ELECTRON LTD	N/A

APPL-NO: JP11155539

APPL-DATE: June 2, 1999

INT-CL (IPC): H01L021/3065, H01L021/205 , H05H001/46

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a plasma processing apparatus which can uniformly supply a process gas into a processing container even when a monitoring window is provided, and can apply uniform plasma processing, a window for monitoring of plasma processing, and an electrode plate for the plasma processing apparatus.

SOLUTION: The plasma processing apparatus includes an upper electrode 2 positioned within a processing container 1 and having a plurality of gas dispersion holes 2D through which a process gas is supplied into the container, a lower electrode for generating a plasma between the upper and lower electrodes to apply a plasma processing to an object to be processed, and a window member 4 having an optical path 11 for measuring light to monitor the plasma processing between the both electrodes. Four openings 2F are provided between the gas dispersion holes 2D in the upper electrode 2 without sacrificing its array, and the optical path 11 is provided to be shut off from the gas dispersion holes 2D and to be connected to the openings 2F.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-349070

(P2000-349070A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

E 5 F 0 0 4

21/205

21/205

5 F 0 4 5

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

M

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-155539

(22) 出願日

平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 大川 義仁

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 林 大輔

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 100096910

弁理士 小原 肇

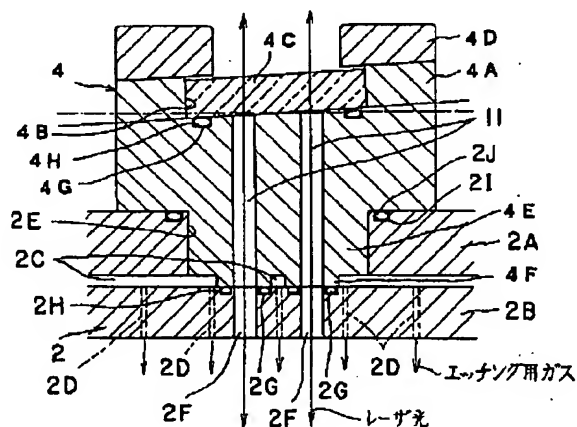
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置、プラズマ処理監視用窓部材及びプラズマ処理装置用の電極板

(57) 【要約】

【課題】 従来のプラズマ処理装置の場合には、モニター用の窓が電極に形成されていると、窓の形態によっては電極間の電界が大きく影響され、しかも電極にガス分散孔が形成されたものであれば窓の影響でプロセスガスを均一に供給することができず、均一なプラズマ処理が難しい。

【解決手段】 本発明のプラズマ処理装置は、処理容器1内に配置されてその内部にプロセスガスを供給する複数のガス分散孔2Dを有する上部電極2と、上部電極2との間でプラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を施す下部電極3と、これら両電極間のプラズマ処理を監視するための計測光の光路11を有する窓部材4とを備え、4個の開口部2Fをガス分散孔2Dの間にその配列を犠牲にすることなく介在させて上部電極2に設けると共に、光路11をガス分散孔2Dから遮断して開口部2Fに接続したことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理容器内に配置されてその内部にプロセスガスを供給する複数のガス分散孔を有する第1の電極と、第1の電極と所定間隔を空けて対向し且つ第1の電極との間でプラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を施す第2の電極と、これら両電極間のプラズマ処理を監視するための計測光の光路を有する窓部材とを備えたプラズマ処理装置において、少なくとも一つの開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させて第1の電極に設けると共に、上記光路を上記ガス分散孔から遮断して上記開口部に接続したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記開口部及び光路をプラズマが拡散し難い細長形状に形成したことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 処理容器内に配置された第1の電極に形成された複数のガス分散孔を介して上記処理容器内にプロセスガスを供給し、第1の電極と所定間隔を空けて対向する第2の電極との間で発生するプラズマにより被処理体に施されるプラズマ処理を監視する計測光の光路を有するプラズマ処理監視用窓部材において、少なくとも一つの開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させて第1の電極に設けると共に、上記光路を上記ガス分散孔から遮断して上記開口部に接続したことを特徴とするプラズマ処理監視用窓部材。

【請求項4】 上記開口部及び光路をプラズマが拡散し難い細長形状に形成したことを特徴とする請求項3に記載のプラズマ処理監視用窓部材。

【請求項5】 プロセスガスを吐出する複数のガス分散孔を有するプラズマ処理装置用の電極板であって、少なくともプラズマ処理を監視ための開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させたことを特徴とするプラズマ処理装置用の電極板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマ処理装置、プラズマ処理監視用窓部材及びプラズマ処理装置用の電極板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 特開平4-94533号公報及び特開平10-64884号公報では、ウエハを載置する電極に対向する電極の中央部に光が透過する窓を設け、エッチング装置の外部からウエハに投光した光の反射光を装置の外部に設けた検出器で検出することによりエッチング状態をモニターする技術が提案されている。また、特開平2-201924号公報では、加熱式アッシング装置の外部からオゾン分散板に2本の光ファイバーを通し、一方の光ファイバーを介してオゾン分散板と対向するウエハに光を投光し、他方の光ファイバーを介してウエハからの反射光を装置の外部に設けた検出器で検出するこ

とによりアッシング状態をモニターする技術が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平4-94533号公報及び特開平10-64884号公報に記載のモニター技術の場合には、モニター用の窓の形態及び電極の形態によっては電極間の電界が大きく影響され、均一なプラズマ処理が難しくなるにも拘らず、これら両者の形態について何等考慮されていない。更に、後者の公報に記載のように光ファイバーが電極面まで達していると、光ファイバーによって電極間の電界が影響され、しかも光ファイバーに反応生成物が付着し、光の透過率が低下するにも拘らず、このような点について何等配慮されていない。また、特開平2-201924号公報に記載のモニター技術の場合には、光ファイバーがオゾン分散板を貫通し、光ファイバーがアッシング環境に曝されているため、反応生成物が光ファイバーに付着し、光の透過率が低下するにも拘らず、このような点について何等考慮されていない。

【0004】 また、プラズマ処理装置の機種によっては電極全面にガス供給用の分散孔が形成されたものもある。このような機種のモニター用の窓は、モニターに必要な光量を確保するためにガス分散孔に比べて大きな監視用窓が必要になるため、複数のガス分散孔が監視用窓によって潰されて監視用窓の犠牲になり、犠牲になったガス分散孔からプロセスガスを供給することができなくなるため、電極間のプロセスガス濃度が不均一になり、ひいてはプラズマ密度が不均一になってプラズマ処理の均一性が損なわれるという課題があった。また、監視用窓の口径が大きいと、監視用窓の光路内へプラズマが拡散してプラズマ中の浮遊粒子や反応生成物が石英ガラスを短時間（例えば、30分程度）で曇らし、ウエハWの処理状況を短時間で監視できなくなるという課題があった。

【0005】 本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、監視用窓を設けても処理容器内にプロセスガスを均一に供給することができ、均一なプラズマ処理を施すことができるプラズマ処理装置、プラズマ処理監視用窓及びプラズマ処理装置用電極板を提供することを目的としている。また、長時間に渡って被処理体の処理状況を監視することができるプラズマ処理装置、プラズマ処理監視用窓及びプラズマ処理装置用電極板を併せて提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1に記載のプラズマ処理装置は、処理容器内に配置されてその内部にプロセスガスを供給する複数のガス分散孔を有する第1の電極と、第1の電極と所定間隔を空けて対向し且つ第1の電極との間でプラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を施す第2の電極と、これら両電極間で処

## 3

理されるプラズマ処理を監視する計測光の光路とを備えたプラズマ処理装置において、少なくとも一つの開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させて第1の電極に設けると共に、上記光路を上記ガス分散孔から遮断して上記開口部に接続したことを特徴とするものである。

【0007】また、本発明の請求項2に記載のプラズマ処理装置は、請求項1に記載の発明において、上記開口部及び光路をプラズマが拡散し難い細長形状に形成したことを特徴とするものである。

【0008】また、本発明の請求項3に記載のプラズマ処理監視用窓部材は、処理容器内に配置された第1の電極に形成された複数のガス分散孔を介して上記処理容器内にプロセスガスを供給し、第1の電極と所定間隔を空けて対向する第2の電極との間で発生するプラズマにより被処理体に施されるプラズマ処理を監視する計測光の光路を有するプラズマ処理監視用窓部材において、少なくとも一つの開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させて第1の電極に設けると共に、上記光路を上記ガス分散孔から遮断して上記開口部に接続したことを特徴とするものである。

【0009】また、本発明の請求項4に記載のプラズマ処理監視用窓部材は、請求項3に記載の発明において、上記開口部及び光路をプラズマが拡散し難い細長形状に形成したことを特徴とするものである。

【0010】また、本発明の請求項5に記載のプラズマ処理装置用の電極板は、プロセスガスを吐出する複数のガス分散孔を有するプラズマ処理装置用の電極板であって、少なくともプラズマ処理を監視ための開口部を上記ガス分散孔の間にその配列を犠牲にすることなく介在させたことを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図1～図4に示す実施形態の基づいて本発明を説明する。本実施形態のプラズマ処理装置は、例えば図1に示すように、処理容器1、接地された上部電極2、及び被処理体（例えば、ウエハ）Wの載置台を兼ねた下部電極3を備え、下部電極3に高周波電圧を印加することによりウエハWのプラズマ処理（例えばエッチング処理）を行うようにしてある。上部電極2の中心にはプラズマ処理監視用の窓部材4が設けられ、この窓部材4を介してウエハWのエッチング処理の終点をモニターするようにしてある。終点検出方法としては例えば処理容器1内のウエハWの表面状態をモニターする方法や処理容器1内のプラズマをモニターする方法等がある。

【0012】ウエハWの表面状態をモニターする前者の方法としては例えば光学的反射によるレーザ干渉を利用した方法が用いられている。この方法では、図1に示すようにエッチング中に例えばレーザ測定器5のHe-Ne光源から処理容器1内のウエハW表面にレーザ光Lを

## 4

照射しその反射する干渉光をレーザ干渉計により測定し、干渉光の変化から膜厚のin situ変化を図示しない終点検出装置を介して検出している。レーザ干渉計は、例えば、ハーフミラー、ミラー及びフォトセンサを備えている。尚、図1において、6はプロセスガスを供給するガス供給管、7は処理容器1内のガスを排出するガス排出管である。

【0013】また、プラズマのモニターする後者の方法としては例えば質量分析、発光分光分析等の機器分析手法が用いられており、それらの中でも比較的簡易で高感度なプラズマの発光分光分析が終点検出方法として広く用いられている。この場合には処理容器周囲に設けられた監視用窓から特定の発光スペクトルを採光し、その特定波長の発光強度の変化を測定することにより終点を検出している。例えば、CF<sub>4</sub>等のCF系のエッチング用ガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする場合の終点検出には反応生成物であるCO\*の特定波長（483.5nm等）を検出している。

【0014】ところで、本実施形態では、上部電極2及び窓部材4に特徴を有し、後述するように窓部材4はガス分散孔の配列を乱すことなく、換言すれば本来必要なガス分散孔の数を犠牲にすることなく上部電極2に形成され、エッチング用ガスを上部電極2の各ガス分散孔から均一に供給し、しかも長時間に渡ってエッチング状況をモニターできるようになっている。

【0015】即ち、本実施形態の上部電極2は、図1、図2に示すように、処理容器1の上壁の中央部分を形成し且つ下面に凹陷部が形成された電極本体2Aと、この電極本体2Aの下面にネジ等の締結部材9で着脱可能に接合されて凹陷部を被う電極板2Bとを有し、凹陷部でプロセスガスを受け入れる空間2Cが形成されている。電極本体2Aは例えばアルマイト処理されたアルミニウムにより形成されている。この電極本体2Aの中心から偏倚した位置には図1に示すようにガス供給管6が接続されている。電極板2Bは例えばアルマイト処理されたアルミニウム、シリコン、シリコンカーバイドあるいはカーボンにより消耗品として例えば250mm径で形成されている。この電極板2Bの全面には図1、図2に示すように例えば0.8mm径のガス分散孔2Dがマトリックス状に配置されて多数形成されている。従って、ガス供給管6から上部電極2B内へエッチング用ガスを供給すると、エッチング用ガスは電極板2Bの各ガス分散孔2Dから下部電極3に向けて均一に吐出する。

【0016】また、図3、図4に拡大して示すように電極本体2Aの中心には孔2Eが形成され、この孔2Eには本実施形態の窓部材4が着脱可能に装着されている。この窓部材4には例えば4個の円形の光路11がレーザ光の導入出路として形成されている。電極板2Bには光路11と同一径の開口部2Fが4個の光路11に対応してそれぞれの真下に形成され、4箇所の連続する開口部

2 F及び光路1 1によりモニターに必要なレーザ光量が出入射し、レーザ計測器5を用いて処理容器1内で処理されるウエハWの膜厚変化をin situで計測するようにしてある。開口部2 F及び光路1 1はいずれも例えば5 mm径に形成されている。しかも開口部2 Fは、図2に示すように、ガス分散孔2 Dを潰すことなく隣合うガス分散孔2 Dの間に形成され、電極板2 B全面からエッチング用ガスを均一に供給できるようになっている。

【0017】ところで、上記窓部材4は、図3に示すように、電極本体2 Aの孔2 Eに装着された本体4 Aと、この本体4 Aの上面に形成された凹陥部4 Bに装着された透明部材例えば石英ガラス4 Cと、この石英ガラス4 Cを凹陥部4 B内に固定するリング状の押さえ部材4 Dとを備え、4個の光路1 1はそれぞれ本体4 Aを上下方向に貫通している。本体4 Aはアルマイト処理されたアルミニウムやセラミックス等の耐食性材料によって形成されている。また、本体4 Aは反応生成物の付着によりレーザ測定器5への入射光量が影響を受けないように非透光性材料によって形成されている。本体4 Aの上面及び凹陥部4 Bの底面は同図に示すように互いに平行で、水平面に対して多少傾斜している。石英ガラス4 Cは凹陥部4 Bの傾斜した底面に固定されているため、石英ガラス4 Cを入射するレーザ光は石英ガラス4 Cにおいて表面からの反射光を低減し、膜厚変化の計測を阻害しないようになっている。また、図示していないが、本体4 Aは電極本体2 Aに対してネジ等の締結部材で固定され、押さえ部材4 Cは本体4 Aに対してネジ等の締結部材で固定されている。

【0018】また、上記本体4 Aの下部には円柱状の縮径部4 Eが形成され、この縮径部4 Eの周囲にはフランジ部が形成され、窓部材4を上部電極2に装着した時には縮径部4 Eが上部電極2の孔2 Eに嵌入すると共にフランジ部が電極本体2 Aと密着するようになっている。縮径部4 Eの下面は電極本体2 Aの内面と面一になっている。この縮径部4 Eの下面には4箇所の開口部2 Fにそれぞれ対応する4個の円形突起4 Fが光路1 1より大径に形成され、これらの円形突起4 Fの中心を光路1 1がそれぞれ貫通している。そして、同一口径の開口部2 F及び光路1 1は互いに連接されてレーザ光の光路として一体化し、光路1 1の上端が本体4 Aの凹陥部4 Bで開口部している。開口部2 F及び光路1 1からなる一体化した光路の長さとの径の比（アスペクト比）は約9. 8に形成され、処理容器1内で発生したプラズマ中の浮遊粒子や反応生成物が光路を拡散し難くしてあり、ひいては浮遊粒子や反応生成物の石英ガラス4 Cへの付着、堆積を抑制するようになっている。石英ガラス4 Cへの浮遊粒子や反応生成物の付着、堆積を防止するためには、光路のアスペクト比は少なくとも7以上に設定することが好ましい。

【0019】また、上記電極板2 Bの内面には4箇所の

開口部2 Fを囲む溝2 Gがそれぞれ形成され、これらの溝2 GにはOリング等のシール部材2 Hが装着されている。また、電極本体2 Aの外面には孔2 Eを囲む溝2 Iが形成され、この溝2 IにはOリング等のシール部材2 Jが装着されている。従って、窓部材4を上部電極2に装着して本体4 Aの縮径部4 Fが上部電極2の孔2 Eに嵌入すると、本体4 Aのフランジ部及び円形突起4 Fがそれぞれ電極本体2 Aの外面及び電極板2 Bの内面に接触し、それぞれの箇所のシール部材2 Iによって上部電極2の空間2 Cを処理容器1の内部空間から遮断している。更に、窓部材4の凹陥部4 Bの底面には4個の光路1 1を囲む溝4 Gが形成され、この溝4 GにはOリング等のシール部材4 Hが装着され、処理容器1内を外部から遮断している。

【0020】次に、動作について説明する。処理容器1内を所定の真空度に保ち、ウエハWを下部電極3に載置した状態でエッチング用ガスを上部電極2の空間2 C内に供給すると、図1の矢印で示すようにエッチング用ガスは電極板2 Bの各ガス分散孔2 Dから処理容器1内へ吐出する。ガス分散孔2 Dは開口部2 Fの犠牲になることなく、マトリックス状に電極板2 B全面に均等に配置されているため、上部電極2の電極板2 B全面から処理容器1内へ均一に供給され、処理容器1内の上部電極2と下部電極3の間でプラズマを発生する。この際、開口部2 Fは径が小さいため、電極板2 Bの電界に悪影響を及ぼすことなく、均一なプラズマを発生し、ウエハWに対して均一なエッチングを施すことができる。

【0021】この際、ウエハW表面をモニターするためのレーザ光は窓部材4の光路1 1及び電極板2 Bの開口部2 Fを介して処理容器1内のウエハW表面へ入射し、その反射光が開口部2 F及び光路1 1から出射してレーザ干渉計へ入射しウエハWの膜厚のin situ変化をモニターすることができる。連続する光路1 1及び開口部2 Fからなる光路はアスペクト比が大きいので、プラズマ中の浮遊粒子、反応生成物は光路内を拡散し難く、これらが石英ガラス4 Cへ付着、堆積するのを抑制することができ、石英ガラス4 Cを透明度を長時間に渡って維持し、レーザ干渉計を長時間使用することができ、ひいては長時間に渡ってエッチングの終点検出を行うことができる。

【0022】エッチングを長時間に渡って実施し、電極板2 Bに反応生成物等が付着した場合には電極板2 Bを電極本体2 Aから取り外してクリーニングすることができ、また、長時間の実施により電極板2 Bがプラズマのスパッタリング作用により損傷した場合には新規の電極板2 Bと交換することができる。

【0023】以上説明したように本実施形態によれば、必要光量を確保できる4個の開口部2 Fをガス分散孔2 Dの間にその配列を犠牲にすることなく介在させて上部電極2に設け、これらの開口部2 Fを窓部材4の4個の

光路11にそれぞれ接続したため、電極板2Bにモニター用の開口部2Fを設けても電極板2Bから処理容器1内にエッチング用ガスを均一に供給することができ、ひいてはウエハWに対して均一なエッチングを施すことができる。

【0024】また、本実施形態によれば、窓部材4の本体4Aと電極板2Bの接合面にシール部材2Hを介在させ、窓部材4の光路11を周囲の分散孔2Dから遮断してあるため、上部電極2の内部空間2Cから窓部材4の光路11内へプロセスガスが入り込むことがなく、エッチング用ガスを上部電極2内から処理容器1内へ漏れなく確実に供給することができ、エッチング用ガスを電極板2Bから更に均一に供給することができる。

【0025】また、本実施形態によれば、測定光の光路がアスペクト比の高い、プラズマの拡散し難い細長形状の開口部2F及び光路11から形成されているため、プラズマ中の浮遊粒子や反応生成物が窓部材4の石英ガラス4Cに付着、堆積し難く、石英ガラス4Cの透明度を長時間に渡って維持することができ、ウエハの処理状況を長時間に渡って監視することができる。

【0026】尚、本発明は上記実施形態に何等制限されるものではなく、必要に応じて各構成部材を適宜設計変更することができる。例えば、本実施形態では上部電極2の中央に一つの窓部材4を設けた場合について説明したが、窓部材は他の場所に設けても良く、また、窓部材を複数箇所に設けても良い。本実施形態では4個の開口部2Fを設けた場合について説明したが、光量に応じてその数を増減することができ、また、電極板2Bにはガス分散孔2Dをマトリックス状に配列した場合について説明したが、それ以外の配列であっても良い。また、上記実施形態では終点検出用としてレーザ光を照射する場合について説明したが、その他の白色光等の測定光として使用できるものであれば良く、また、ウエハをエッチングするプラズマ処理装置について説明したが、本発明

はエッチング以外でプラズマを使用するプラズマ処理装置に広く適用することができる。また、本発明はウエハ以外の処理装置にも適用することができる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1、請求項3及び請求項5に記載の発明によれば、監視用窓を設けても処理容器内にプロセスガスを均一に供給することができ、均一なプラズマ処理を施すことができるプラズマ処理装置、プラズマ監視用窓部材及びプラズマ処理装置用の電極板を提供することができる。

【0028】また、本発明の請求項2または請求項4に記載の発明によれば、請求項1または請求項3に記載の発明において、長時間に渡って被処理体の処理状況を監視することができるプラズマ処理装置、プラズマ監視用窓部材及びプラズマ処理装置用の電極板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施形態を示す概念図である。

20 【図2】図1に示すプラズマ処理装置の上部電極の電極板を示す平面図である。

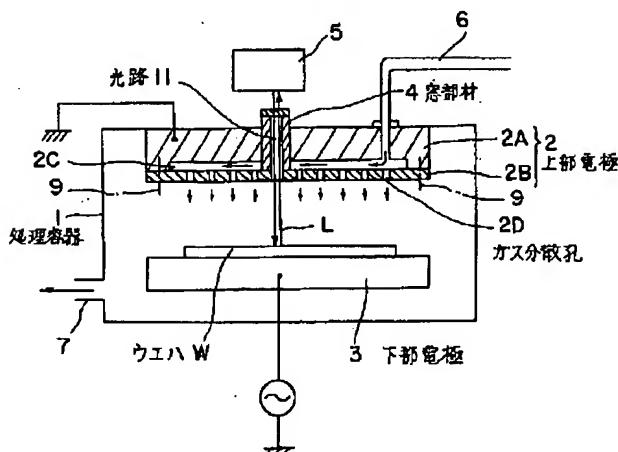
【図3】図1に示すプラズマ処理装置の上部電極の要部を拡大して示す断面図である。

【図4】図3の下方からの平面図である。

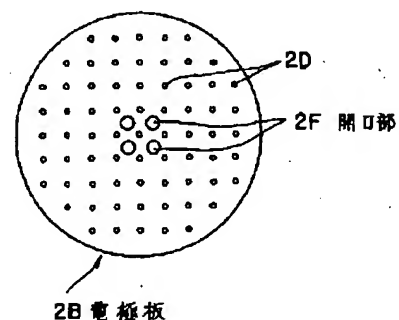
【符号の説明】

- 1 処理容器
- 2 上部電極（第1の電極）
- 2A 電極板（プラズマ処理装置用の電極）
- 2D ガス分散孔
- 2F 開口部
- 3 下部電極（第2の電極、他の電極）
- 4 窓部材
- 11 光路
- W ウエハ（被処理体）

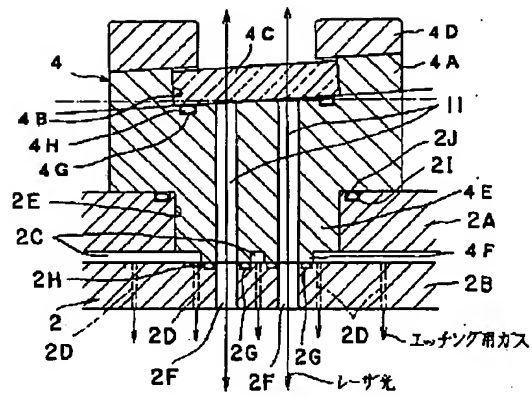
【図1】



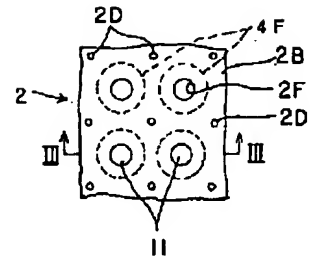
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA01 AA15 BA04 BB13 BB28  
 BC01 CB02 CB10 DA01 DB03  
 5F045 AA08 BB01 DP03 EB10 EC03  
 EF05 EH13 GB09